

UNIVERSITY OF TORONTO



3 1761 01077816 5

Meyer, Victor  
Chemische probleme der  
gegenwart 2. aufl.

QD  
39  
M4  
1890



*V. Meyer*

# Chemische Probleme

der

# Gegenwart.

—♦♦♦—  
V o r t r a g,

gehalten in der ersten allgemeinen Sitzung der 62. Versammlung  
Deutscher Naturforscher und Aerzte

am 18. September 1889 zu Heidelberg.

von

Dr. Victor Meyer,

Geh. Rat und Professor der Chemie zu Heidelberg.

—♦♦♦—  
Zweite Auflage.

—♦♦♦—  
Heidelberg.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.

1890.





Chemische Probleme der Gegenwart.





Digitized by the Internet Archive  
in 2019 with funding from  
University of Toronto

# Chemische Probleme

der

# Gegenwart.

—♦♦♦—  
Vortrag,

gehalten in der ersten allgemeinen Sitzung der 62. Versammlung

Deutscher Naturforscher und Aerzte

am 18. September 1889 zu Heidelberg

von

Dr. Victor Meyer,

Geh. Rat und Professor der Chemie zu Heidelberg.

—♦♦♦—  
Zweite Auflage.

—♦♦♦♦♦—  
Heidelberg.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.

1890.

Das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.



QD  
39  
M4  
1890

930508



Durchlauchtigster Großherzog!  
Hochansehnliche Versammlung!

Als vor Kurzem von leitender Stelle der ehrenvolle Ruf an mich erging, bei dem festlichen Anlasse des heutigen Tages zu Ihnen zu sprechen, da wandte ich mich mit freudigem Eifer der Aufgabe zu, welche eine so seltene Gelegenheit mir als die gegebene erscheinen ließ: es dünkte mich ein würdiges Vorhaben, vor den versammelten Vertretern der deutschen Naturforschung einen Blick zu werfen auf das, was die Chemie in unseren Tagen dem menschlichen Wissensschatze an Bleibendem hinzufügt, und auf die Probleme, welche der Schooß der nächsten Zukunft für sie zu bergen scheint. Eine Wissenschaft, welche als solche kaum älter ist, als die große europäische Umwälzung, von deren Centennarium wir vor wenigen Monaten Zeugen gewesen,

und welche in dieser kurzen Spanne kaum geringere Umgestaltungen in unserm geistigen und materiellen Leben bewirkt hat, als jene politische Revolution — sie durfte, so wollte mich bedünken, ohne Scheu sich ihrer Thaten rühmen. Und dennoch wird der Chemiker an eine solche Aufgabe nicht ohne Zagen herantreten, von welchem der Astronom, der Physiker, der Mathematiker sich frei fühlt. Hat doch in unsern Tagen der hervorragendste Redner unter den deutschen Naturforschern, dessen universeller Geist das menschliche Wissen mit staunenswerther Vielseitigkeit umfaßt, Kant's Urtheil über die Chemie zu dem seinigen gemacht: daß sie wohl „eine Wissenschaft sei“ aber nicht „Wissenschaft“ im höchsten Sinne — im Sinne des zur mathematischen Mechanik gediehenen Naturkennens. Und dies nicht als einen Tadel, sondern unter ausdrücklicher vollster Anerkennung der großen Leistungen, welche die neuere Chemie zu verzeichnen hat. Aber die staunenswerthen Erfolge der Atomtheorie und der Structurlehre; die Synthese der complicirtesten organischen Verbindungen; die segensbringende Ver-

mehrung unseres Arzneischazes; die durchgreifende Umgestaltung des industriellen Lebens; die planmäßig durchgeführte Art des Schaffens, welche ein hervorragender Technologe als die Gewinnung von „Gold aus Abfällen“ bezeichnet hat; alles das erscheint dem vom Standorte der mathematischen Mechanik Herabblickenden gering gegenüber der That des verheißenen Newton's der Chemie, welcher einst vermögen wird, die chemischen Vorgänge in der Denkweise und Sprache der mathematischen Physik darzustellen. Und wenn der von solcher Höhe Ausschauende voll befugt ist zu dem Ausspruche, daß auch heute die Chemie in Bezug auf die Erkennung des letzten ursächlichen Zusammenhanges der Dinge auf einer Stufe verharre, noch unter der der Astronomie zu Kepler's und Copernicus' Zeiten — muß alsdann nicht dem Chemiker der Muth sinken, welcher es unternehmen will, vor einer erleuchteten Versammlung ein Loblied seiner Wissenschaft anzustimmen, zu rühmen, was sie gethan und was demnächst zu schaffen sie berufen erscheint?

Wenn trotzdem der Versuch gewagt sein soll, so geschehe es denn mit jener Resignation, welche aus der Erkenntniß fließt, daß man Alles bedenken, aber nur das Mögliche erstreben soll. Obwohl wir mit Ueberzeugung die Erwartungen theilen, welche den Verkünder des Newtonianischen Zeitalters der Chemie erfüllen, so wagen wir doch kaum zu hoffen, daß dasselbe schon nahe sei, und selbst in den erleuchtetsten Vertretern der neueren physikalischen Chemie vermögen wir nur die Vorboten jener fernern Aera zu erblicken. — Dem Chemiker, welcher inmitten des Tagesgetriebes seiner Wissenschaft steht, fehlt wohl jener freie Ueberblick, welcher den hellen Blickes aus fernere Höhe auf dieselbe Schauenden bevorzugt; aber um so klarer erkennt der vom Strudel sich stündlich erneuernder Arbeit Umgebene die ungeheure Fülle dessen, was noch zu bewältigen bleibt, ehe jene fernsten Ziele in's Auge gefaßt werden können. Hat doch in unserer, an Pfadfindern der Physik so reichen Epoche jene höchste Art der naturwissenschaftlichen Forschung nur selten ihren Flug auf das Gebiet unserer

Wissenschaft gelenkt; hat sie doch zumal die complicirteren chemischen Vorgänge gänzlich meiden müssen. Wenn in einer Zeit, welche Zeuge der Entdeckungen eines Helmholtz, Robert Mayer, Joule, Clausius, van 't Hoff gewesen, jene umgestaltenden Fortschritte des Erkennens sich auf die Physik beschränkten und nur bescheidene Anwendungen des Errungenen auf die verwandten Disciplinen gemacht worden sind, dann scheint die Epoche noch nicht gekommen, in welcher die chemischen Vorgänge in ähnlicher Weise gedanklich verfolgt werden können, wie die Bewegungsarten, welche als Schall, als Licht, als Wärme von uns empfunden werden.

Ein herbes Wort! allein, sonderbar: Der Chemiker findet heute noch kaum die Zeit, über die ihm dadurch auferlegte Resignation in Klagen auszubrechen; und dies aus Gründen, welche leicht einzusehen sind:

Wenn es ohne Frage das Ziel aller Naturforschung ist, die Erscheinungen so völlig zu verstehen, daß sie in mathematischer Form beschrieben, und, soweit sie unbekannt sind, vorausgesagt werden

können, so muß eine Wissenschaft, welche von diesem Ziele so weit entfernt ist, daß sie den Weg noch sucht, der einst zur Erreichung desselben führen wird, als im Zustande der Kindheit begriffen angesehen werden. In diesem Stadium aber ist die Weise des Denkens und Handelns eine besondere. Wohl muß in jeder Wissenschaft dem Verstande eine andere Macht zur Seite stehen: die Phantasie. Aber ihr Einfluß auf eine Disciplin ist um so größer, je weiter diese noch von dem geschilderten Idealzustande entfernt ist. Und so kommt es denn, daß in der heutigen Chemie Phantasie und Intuition eine größere Rolle spielen, als in andern Wissenschaften, und daß die Beschäftigung mit derselben, neben der rein wissenschaftlichen Befriedigung, einen Genuß gewährt, welcher in gewissem Sinne an den der künstlerischen Thätigkeit erinnert. Von diesen Dingen ahnt freilich der nichts, welcher die Chemie nur aus der Ueberlieferung völlig klargelegter Thatsachen kennt, oder in der Messung der physikalischen Vorgänge, die die chemischen

Erscheinungen begleiten, das wahre Wesen der chemischen Forscherarbeit zu erblicken vermeint. Das Verständniß hierfür erschließt sich dem, welcher sich hinauswagt in jenes Meer des Unbekannten, das in der heutigen organischen Chemie vor uns ausgebreitet liegt; wen eine Wildniß nicht erschreckt, bevölkert mit tausenden von Individuen, deren jedes eine besondere, völlig unbekannte Eigenart aufweist, und der es unternimmt, die Vertrautheit einiger derselben zu gewinnen, wenngleich es an jeder erprobten Regel, sich ihnen zu nähern, fehlt. Hier erfolgreich vorzudringen, ist freilich nur dem Genie vergönnt; die Methode, welche vorwärts leitet, kann nicht erlernt werden, und nur von einer kleinen Zahl Leserlesener ist sie erfolgreich geübt worden. — Bei der experimentellen Erforschung der organischen Chemie hat denn in der That das Vorausahnen von Erscheinungen, deren Eintreten noch durch kein in Worte faßbares Gesetz sich ankündigt, überraschende Erfolge erzielt; hier kommt der Denkarbeit ein Etwas zu Hilfe, welches vor der Hand als „chemisches Gefühl“

bezeichnet werden mag — ein Name, der verschwinden wird, sobald die fortgeschrittene Annäherung der Chemie an die mathematisch-physikalischen Disciplinen das Verständniß desselben erschlossen und ihm seine Rubrik unter den Methoden, die zur Erkenntniß des Neuen führen, angewiesen haben wird. — Die Wirkung dieser eigenartigen chemischen Forschungsweise ist hier nicht im Einzelnen zu besprechen. Es genüge, daß ohne sie die glänzendsten Entdeckungen im Gebiete der organischen Synthese ebensowenig gemacht worden wären, als ein Rekulé es vermocht hätte, entgegen zahlreichen, zuvor nie bestrittenen Angaben der Literatur, die Nichtexistenz isomerer Monochlorbenzole sowie solcher Körper zu behaupten, welche aus einem Benzolreste und einem zweiwerthigen Atome bestehen. Jene bedeutungsvollen Prognosen, durch welche uns das Verständniß der aromatischen Substanzen erschlossen wurde, konnten unmöglich allein auf Grund exacter Erwägungen gestellt werden; sie erforderten zugleich einen ausgesprochenen chemischen Instinct. Da das Methylenoxyd existirte, war kein logischer



Grund vorhanden, das Bestehen eines Phenylenoxyds für unmöglich zu erklären; wer dies dennoch zu thun wagte und der Erfahrung gegenüber im Rechte blieb, mußte von einem Gefühle geleitet sein, welches der gegenwärtige Zustand der Chemie noch nicht durch eine Denkopoperation zu ersetzen erlaubt.

Aber kehren wir zurück vom Gebiete der organischen Chemie auf dasjenige der allgemeinen. Ob eine mathematisch-physikalische Behandlung der chemischen Vorgänge allgemein werden kann, müssen, das leuchtet ein, zunächst zwei Grundprobleme gelöst sein: eine experimentell controlirbare Hypothese muß Antwort geben — wenn auch in derselben Beschränkung, wie sie der Physik noch heut bezüglich der Schwerkraft auferlegt ist — auf die Frage: Was ist chemische Affinität? und: Was ist eine Valenz? — Der Lösung dieser Räthsel sucht sich die Chemie in mühseliger Arbeit zu nähern. Aber wer ihre Wege verfolgt, wer inmitten der Arbeiten steht, die als ein fernes Ziel zunächst nur die Auffindung eines

sicheren Pfades erstreben, der erblickt noch eine solche Fülle wegzuräumender Hindernisse, daß ihm die Hoffnung fern liegt, das neue chemische Zeitalter zu erleben. Er findet Befriedigung in dem Bewußtsein, seine besten Kräfte an die Lösung einiger geringer Vorarbeiten gesetzt zu haben.

---

Indem wir uns nun anschicken, auf die — innerhalb der bezeichneten Grenzen — hervorragendsten Leistungen der Chemie einen Blick zu werfen, können wir, zumal angesichts des Ortes und der Zeit unserer Verhandlungen, über das, was in erster Linie zu erwähnen sei, nicht im Zweifel sein. Hochansehnliche Versammlung! Die gastfreie Stadt, in welcher wir tagen, rühmt sich eines Vorzuges, um welchen sie jede andere Pflanzstätte der Wissenschaft beneidet: in ihr ist die Chemie mehr als ein Menschenalter hindurch durch Robert Bunsen, glorreichen Namens, vertreten gewesen, und die Tage, in welchen wir versammelt sind, liegen unmittelbar hinter dem Zeitpunkte, in welchem dieser Held der Wissenschaft aus

seiner akademischen Thätigkeit geschieden ist. Wer möchte in solcher Stunde nicht des großen Lehrers gedenken, um welchen strebsame Schüler aus allen Landen sich zu schaaren gewohnt waren? Wer aber, der heut berufen ist, in den Mauern Heidelberg's von den Leistungen der Chemie zu sprechen, würde nicht vor allem auf jene einzige Entdeckung den Blick lenken, welche die Chemie über den Rahmen irdischer Forschung hinausgerückt, welche sie befähigt hat, gleich der Astronomie das Universum zu durchsuchen und die fernsten Welten des gestirnten Himmels mit den subtilen Mitteln der Analyse chemisch zu zergliedern? — Wenn alt Heidelberg durch seine Geschichte, durch zahllose Ueberlieferungen, durch die unvergängliche Schönheit seiner Lage eine Perle der deutschen Städte —, wenn seine Universität das Ideal der deutschen akademischen Jugend geworden ist, so möge neben diesen Ruhmestiteln als ein unverwelkliches Blatt in seinem Ehrenkranze genannt werden die Vereinigung der beiden großen Männer, welche in dieser Stadt zu dem kühnsten Unternehmen des

forschenden Geistes zusammengetreten sind; welche dasselbe mit jenem staunenswerthen Erfolge durchgeführt haben, der die Spectralanalyse zu dem mächtigsten wissenschaftlichen Hilfsmittel, ihren Namen zu dem Zauberworte gemacht hat, das die Bewunderung der Aelteren erregt und dessen Klang in dem jugendlichen Gemüthe des Schulknaben die Flamme der Begeisterung für die Erforschung der Natur entzündet. Die unermesslichen Erfolge jener Entdeckung — deren Wirkung sich noch täglich auf neue Gebiete ausbreitet — sind in den weitesten Kreisen bekannt und ihrer heut im Einzelnen zu gedenken hieße Eulen nach Athen tragen. Wohl aber ziemt es uns, an dieser Stelle in Ehrfurcht die Namen Bunsen's und Kirchhoff's zu nennen, dankbar ihrer gedenkend und hoffend, daß Männer, die ihnen gleichen, auch der späteren Generation nicht gänzlich fehlen mögen! Der Jüngere von ihnen — dessen wissenschaftliche Schöpferkraft nur erreicht wurde von seiner Seelengröße und der wahrhaft rührenden Bescheidenheit seines Herzens — ist, ehe

das Greisenalter ihm die natürlichen Schranken gewiesen, von uns genommen worden. Aber Bunsen's dürfen wir uns noch als des Unseren erfreuen, welcher nun, nachdem er die Werkzeuge des Schaffens aus der Hand gelegt, einem stillen, heiteren Muße gewidmeten Lebensabend entgegenschaut. Möchte er noch lange auf sein von wissenschaftlichen Großthaten erfülltes Leben zurückblicken; möchte sein freundlich mildes Auge noch viele Jahre in ungetrübter Freude auf dem unvergleichlichen Bilde seines geliebten Heidelberg ruhen!

---

Wir haben der Spectralanalyse gedacht, obwohl sie fast seit einem Menschenalter Gemeingut der Wissenschaft ist. Möge denn auch ein dankbarer Rückblick fallen auf eine tief einschneidende Umwälzung, deren sich die Chemie ebenfalls schon seit Jahrzehnten als eines unantastbaren Besizes erfreut: auf die Entwicklung der Structurlehre, jener festen theoretischen Grundlage, auf welcher das stolze Lehrgebäude der heutigen organischen Chemie sich erhebt. Wohl ist schon eine

Generation herangewachsen, welche diese, uns Älteren neu erscheinende Lehre wie eine selbstverständliche Tradition überkommen hat. Aber jene weitschauenden Männer, deren Blick das wunderbar Einfache in der scheinbar undurchdringlichen Verworrenheit der Kohlenstoffverbindungen erkannte, wirken noch heute in unserer Mitte, und es ist ihnen voll vergönnt, im eigenen Schaffen zu ernten, was sie einst in jugendlicher Arbeit gesäet. Da richtet sich unser Blick auf den Meister der chemischen Forschung, August Wilhelm von Hofmann, vor allem auf seine Untersuchungen über die organischen Stickstoffbasen, Arbeiten, welche ihres Gleichen im Gebiete der organischen Chemie nicht haben und welche — drastischer noch als Dumas' fundamentale Entdeckung der Trichloroessigsäure — den grundlegenden Begriff der Substitution in's lebendige Bewußtsein der Chemiker übergehen ließen; zunächst der typischen Auffassungsweise der organischen Verbindungen überraschende Stütze bringend, dann aber den Uebergang zur Structur- oder Constitutionslehre

anbahnend, welche heut in ungeahnter Vollkommenheit das Gebiet der organischen Verbindungen umfaßt. — Die Entstehung dieser Lehre aber, welche in dem Erkennen des inneren Zusammenhangs der Atome ihren höchsten Erfolg feiert, ist für alle Zeiten verbunden mit dem Namen eines Mannes, welcher, ein seltener Meister in der Experimentirkunst, dennoch das, was er am Arbeitstische des Laboratoriums geleistet, noch zu übertreffen mußte durch die überzeugende Macht, welche seinen speculativen Arbeiten inne wohnt. Es ist hier nicht zu streiten über den Antheil, welchen die erleuchteten Forscher Butlerow, Cooper, Erlenmeyer, Frankland, Kolbe, Odling, Williamson an der Entwicklung der Constitutionstheorie genommen haben. Der ruhmvolle Führer in dieser großen und siegreichen Bewegung, derjenige, dessen Blicke nicht nur die Tetravalenz des Kohlenstoffs sich enthüllte, sondern welcher in der Erkenntniß der Fähigkeit der Kohlenstoffatome, sich mit ihren Valenzen untereinander zu verknüpfen, die Lösung des Problems

von der Constitution der organischen Verbindungen fand — es ist der Philosoph der organischen Chemie, August Kekulé. Der Name dieses Forschers, welcher ebenfalls von Heidelberg aus seinen hohen und herrlichen Flug genommen, er wird mit Recht allein genannt, wenn es gilt, Entstehen und Entwicklung der herrschenden chemischen Theorie durch ein bezeichnendes Schlagwort zum Ausdruck zu bringen. — Der Arbeiten zum Ziele so viele und mühevoll, und doch das Erreungene in seiner Größe so überraschend einfach! Das Kohlenstoffatom ist mit vier —, das Sauerstoffatom mit zwei —, das Wasserstoffatom mit je einem Angriffspunkte der chemischen Verwandtschaft ausgerüstet; in der gegenseitigen Sättigung dieser Verwandtschaftseinheiten oder Valenzen liegt die Ursache des Zusammenhanges der Atome innerhalb der Moleküle. Die Zahl der Valenzen ist es, welche über die Möglichkeit der Existenz einer Verbindung entscheidet. Unter der Legion denkbarer Combinationen jener drei Elemente sind nur die existenzfähig, bei welchen eine jede



Balenz durch die eines andern Atoms gesättigt wird.

Durch diese Erkenntniß war eine neue Forschungsmethode, zumal für die organische Chemie, erschlossen, deren unermessliches Feld für viele Jahre die Arbeitskraft der Chemiker völlig in Anspruch zu nehmen schien. Aber schon naheten die Anzeichen einer neuen Weiterentwicklung. Kaum ein Jahrzehnt war seit der allgemeinen Anerkennung der Balenzlehre verflossen, als eine fundamentale Vertiefung derselben sich ankündigte, welche unsere Wissenschaft zwei unabhängig von einander arbeitenden Forschern, Le Bel und van 't Hoff, verdankt. Durch die Betrachtung derjenigen organischen Substanzen, welche die Polarisationsebene des Lichtes ablenken, waren diese Chemiker zu Ansichten gelangt, welche bald zu dem für unerreichbar gehaltenen Ergebnisse führten, über die räumliche Lagerung der Atome in den Molekülen eine Vorstellung zu gewinnen. So wurde eine Lehre geschaffen, welche van 't Hoff als „la chimie dans l'espace“ bezeichnete, und

welche heute mit dem Namen der Stereochemie belegt wird. Man erkannte, daß das Kohlenstoffatom seine vier Valenzen nach bestimmten Richtungen, und zwar in symmetrischer Weise erstreckt; die Verbindung eines Kohlenstoffatoms mit vier andern Atomen, z. B. das Grubengas,  $\text{CH}_4$ , erscheint darstellbar durch das Bild eines Tetraeders, in dessen körperlichem Mittelpunkte das Kohlenstoffatom liegt, während die Wasserstoffatome sich in den vier Ecken befinden. Zahlreiche bisher unverstandene Isomeren wurden auf Grund dieser Betrachtungsweise erklärt und nun als „stereochemische“ aufgefaßt. Die Ursache der optischen Aktivität ward in der Anwesenheit eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms gefunden, d. h. eines solchen, welches mit vier verschiedenen Gruppen in Verbindung steht. Auch über die räumliche Gestalt weniger einfacher Moleküle wurden Vorstellungen gewonnen; man erkannte z. B., daß eine Verbindung von drei einfach verbundenen Kohlenstoffatomen die letzteren nicht in einer graden Linie enthalten kann; diese müssen vielmehr in den

Ecken eines Dreiecks liegen, dessen Schenkel einen Winkel bilden, dem gleich, in welchem die Valenzrichtungen des Kohlenstoffatoms einander schneiden.

Durch die Ausdehnung dieser Betrachtungen auf complicirtere Molecüle, welche eine in sich geschlossene Kette von Atomen enthalten, hat Adolf von Baeyer unsere Theorie in folgenswerer Weise bereichert. Kekulé hatte schon früher erkannt, daß der Kohlenstoff eine besondere Neigung besitzt, in sich geschlossene Ketten von sechs Atomen zu bilden. Die Entdeckungen Baeyer's und seiner Schule, sowie Fittig's Arbeiten über die Lactone lehrten, daß derartige geschlossene Ketten oder Ringe auch in geringerer Gliederzahl auftreten. Aber während Ringe von sechs oder fünf Atomen sich leicht bilden, gelingt es schwierig, weniger Atome, etwa drei oder vier, zu einer geschlossenen Kette zu vereinigen. Die Ursache dieser Erscheinung erkannte Baeyer in den räumlichen Verhältnissen. Die Winkel, welche die Seiten eines regulären Sechsecks und Fünfecks mit

einander bilden, fallen sehr nahe zusammen mit denen, unter welchen die Valenzrichtungen des Kohlenstoffatoms sich schneiden; und so schließt sich denn, nach Aneinanderreihung von fünf oder sechs Atomen, der Kreis sozusagen von selbst, während er, bei Anwesenheit einer größeren oder kleineren Atomzahl, nur unter starker Ablenkung der Affinitätsrichtungen zu Stande kommen kann.

Aber noch weitere überraschende Entdeckungen lagen im Schooße der van 't Hoff'schen Theorie verborgen. Der geniale holländische Denker hatte erkannt, daß zwei Atome, die durch eine einzige Valenz verbunden sind, um eine Ase, deren Richtung mit der der verbindenden Valenz zusammenfällt, frei rotiren, daß aber diese Rotation aufgehoben wird, sobald doppelte Bindung eintritt. Das letztere ist eine unmittelbare Folge der tetraedrischen Vorstellungsweise: berühre ich die Spitzen meiner gradlinig ausgestreckten Zeigefinger, so können die Hände um die gemeinsame Ase rotiren; spanne ich aber Daumen und Zeigefinger aus und berühre die entsprechenden Spitzen,

so resultirt ein System, welches die Rotation ausschließt.

Diese beiden Sätze van 't Hoff's sind, nachdem sie ein Jahrzehnt hindurch fast unbeachtet geblieben, in der letzten Zeit zu großer Bedeutung gelangt. In einer Reihe wichtiger Arbeiten hat Johannes Wislicenus den Nachweis geführt, daß, unter Anwendung dieser Sätze und unter Berücksichtigung der specifischen Affinitäten der vorhandenen Gruppen oder Elemente, die räumliche Lagerung der Atome in gewissen Molecülen mit Wahrscheinlichkeit ermittelt werden kann. In sinnreicher Weise verwerthete er die Additionserscheinungen, welche dreifach gebundene Kohlenstoffatome zeigen, um die räumliche Lagerung der Atome in den entstehenden Verbindungen zu deuten. Durch die muthvolle und consequente Durchführung der van 't Hoff'schen Ideen hat Wislicenus die organische Chemie in bedeutsamer Weise gefördert und der experimentellen Forschung ein Gebiet erschlossen, welches bis dahin mit einer an Mengstlichkeit streifenden Vorsicht gemieden worden war.

Neue Funde kamen von anderer Seite. Eine eingehende Untersuchung über die Dvime des Benzils führte zu dem überraschenden Ergebnis, daß der zweite van 't Hoff'sche Satz keine ausnahmslose Gültigkeit besitzt. Es wurden Fälle beobachtet, bei welchen die von van 't Hoff erkannte freie Rotation einfach gebundener Kohlenstoffatome aufgehoben ist. Die Verfolgung dieses Gegenstandes führte dazu, die Frage nach der Natur der chemischen Valenz von Neuem aufzuwerfen, nach deren Beantwortung unser Causalitätsbedürfniß so unablässig ringt. Daß dieselbe mit dem elektrischen Verhalten der Atome in Beziehung stehe, war seit lange vermuthet worden. Drückt doch die heutige Chemie Faraday's elektrolytisches Fundamental-Gesetz durch den Satz aus, daß ein elektrischer Strom, der mehrere geschmolzene Elektrolyte durchfließt, in jedem derselben die gleiche Anzahl von Valenzen — nicht von Atomen — trennt; von Helmholtz hatte erkannt, daß auf die Valenzen diejenigen Electricitätsmengen vertheilt sind, welche sich bei der

Elektrolyse mit den Ionen bewegen, und Kieck war durch seine pyroelektrischen Untersuchungen zu der Ansicht geführt worden, daß die Atome umgeben sind von gewissen Systemen positiver und negativer elektrischer Pole.

Bereinigt man diese Ergebnisse mit denjenigen des rein chemischen Versuchs, so gelangt man zu einer Vorstellung, nach welcher die Valenzen nicht eigentlich als Angriffspunkte erscheinen, sondern welche ihnen lineare Dimensionen zuschreibt. Das Kohlenstoffatom stellt sich dar als eine Kugel, umgeben von einer Aetherhülle, welche den Sitz der Valenzen bildet. Die letzteren erscheinen bedingt durch das Vorhandensein zweier entgegengesetzter elektrischer Pole, welche in den Endpunkten einer sehr kleinen geraden Linie ruhen. Ein solches System wird ein Dipol genannt. Das Zusammenhängen zweier Valenzen beruht auf Anziehung der entgegengesetzten Pole derselben. Es leuchtet ein, daß bei radialer Stellung der Dipole dieselben eine Aye bilden, um welche die Atome rotiren können, daß aber bei tangentialer Lage die

Rotation aufgehoben ist. Durch das Gesagte, sowie durch weitere Annahmen über die elektrische Ladung der Atome und der Dipole, ergibt sich der Grund für die Abstoßung der vier Valenzen und somit das Verständniß für die tetraedrische Lage derselben; die Thatsache, daß die Valenzen aus dieser Lage abgelenkt werden können, wird begreiflich; wir verstehen, wieso die Valenzen eines Atoms sich nicht mit einander verbinden können, während diejenigen verschiedener Atome sich festhalten; es leuchtet ein, daß es zwei Arten der einfachen Bindung geben kann, von denen die eine Rotation gestattet, die andere nicht; endlich, daß bei mehrfacher Bindung die freie Rotation aufgehoben werden muß. Die wichtigsten Eigenschaften der chemischen Valenz werden somit durch die neue Hypothese dem Verständnisse erschlossen. —

So viel von den Problemen, welche die Valenztheorie betreffen. Aber auch die Substitutionslehre hat eigenartige Erweiterung erfahren. Seit Dumas war es bekannt, daß die Eigen-



schaften der organischen Substanzen meist nicht wesentlich verändert werden, wenn Wasserstoff in ihnen durch andere einwerthige Elemente oder Gruppen ersetzt wird. Neuere Versuche haben nun gelehrt, daß selbst viel eingreifendere Veränderungen in der Zusammensetzung die Eigenschaften der Substanz nicht wesentlich beeinflussen. Ersetzt man z. B. in dem Kohlenwasserstoff Benzol zwei Kohlenstoff- und zwei Wasserstoffatome durch ein Atom Schwefel, so resultirt das Thiophen, welches chemisch und physikalisch dem Benzol zum Verwechseln ähnlich ist. Wir erfahren also, daß ein Schwefelatom die Funktionen von vier durchaus andersartigen Atomen völlig zu übernehmen befähigt ist. Und Aehnliches ist für den Sauerstoff und die ihm äquivalente Amidgruppe gefunden worden. —

Wenden wir von diesen Untersuchungen den Blick auf solche allgemein chemische Forschungen, welche schon einige Jahre hinter uns liegen, so ist vor allem einer der weittragendsten Entdeckungen unserer Epoche zu gedenken: der Auffindung des

natürlichen Systems der chemischen Elemente. Wir verdanken dieselbe dem Seherblicke Demetrius Mendelejeff's. Neben der Titanengestalt des russischen Forschers sahen wir den Engländer Newlands und — in hervorragender Weise — unsern Landsmann Gotthar Meyer an der Begründung und dem Ausbau des Werkes mitarbeiten. Was diese Männer geschaffen, ist seither allgemein bekannt geworden: sie zeigten, daß die Eigenschaften der Elemente Functionen ihrer Atomgewichte sind. Mendelejeff lehrte die Existenz und die Eigenschaften noch unbekannter chemischer Grundstoffe mit einer Sicherheit voraussagen, welche an De Verrier's Prognose des noch ungesehenen Planeten Neptun erinnert. —

Daß noch heute zahlreiche Elemente, deren Qualitäten sicher vorausgesagt werden können, ihrer Entdeckung harren, an welcher Stelle des Systems sie einst stehen werden, läßt sich mit Gewißheit sagen. Und eine Aufgabe von größter Tragweite ist durch das natürliche System in der Neubestimmung der Atomgewichte gegeben, deren

numerische Werthe nunmehr ein gesteigertes Interesse erlangt haben. Aber noch zahlreiche weitere Probleme sind durch die neue Systematik der Elemente gestellt: vor allem fehlt uns noch ein wahres Verständniß für die Ursache des durch das System ausgedrückten inneren Zusammenhanges der Elemente; die richtige Einordnung der weniger erforschten Grundstoffe in das System muß durch fleißige Arbeit erreicht, die Auffindung der zahlreichen Elemente, welche sich andeuten, darf von glücklichen Umständen erhofft werden. Auf eine wunderbare Zufälligkeit möge hingewiesen sein: Wir kennen heut ungefähr 70 Elemente; Mendelejeff's Tabelle aber deutet bisher die Existenz von zwei kleinen Perioden zu je 7 und 5 großen zu je 17 Elementen an. Zu ihnen gesellt sich der Wasserstoff, der eine Gruppe für sich allein bildet. Durch Addition dieser Ziffern:  $2 \times 7 + 5 \times 17 + 1$  erhalten wir nun gerade die Zahl 100. Niemand vermag freilich zu sagen, ob die noch fehlenden Grundstoffe wirklich entdeckt, ob ferner nicht noch neue Perioden sich andeuten

werden, durch welche die Zahl 100 überschritten würde. Aber soweit bisher positive Anzeichen vorliegen, weisen sie gerade auf diese Zahl und deutet nichts über dieselbe hinaus — ein seltsames Spiel des Zufalls, welches die Fünffingerzahl unserer Hände mit der Anzahl der bestehenden Grundstoffe zu verknüpfen scheint. —

Die Entdeckung des Systems der Elemente führt zurück zu der Frage, ob denn die chemischen Grundstoffe getrennte Welten für sich, oder nur verschiedene Zustände eines Urstoffs seien, nach welchem das philosophische Bedürfnis seit den ältesten Zeiten zu spähen nicht aufgehört hat. Die gleiche Frage hatte schon die Spectralanalyse von Neuem angeregt. Wer die zahlreichen Linien eines Metallspectrums betrachtet, wird schwer zu überreden sein, daß das Metall, welches dieselben aussendet, ein ewig unzerlegbarer Urstoff sei; ebenso wie die Vergleichung der Zahlenregelmäßigkeiten der Atomgewichte mit den homologen Reihen der organischen Chemie unabweisbar auf die zusammengesetzte Natur der Elemente deutet. In

dieser, seit Prout's Hypothese und den Wundern der Stas'schen Atomgewichtsbestimmungen nicht wieder zur Ruhe gekommenen Frage sind freilich positive Resultate kaum zu verzeichnen. Die Zerlegung der Stoffe, die als Elemente gelten, in einfachere, ist nicht gelungen. Immerhin ist auch hier einiges Neue gefördert worden, seit man der pyrochemischen Forschung wieder gesteigertes Interesse zugewandt hat. Neue Methoden gestatten uns heut, die Dampfdichte und damit den Molecularzustand der Stoffe bei den höchsten Glühhizen mit überraschender Leichtigkeit zu bestimmen. Zahlreiche unorganische Verbindungen, vor allem aber die Elemente selbst, wurden bei Weißgluth gasdensimetrisch untersucht. Während viele, wie Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Quecksilber, sich dabei unveränderlich erwiesen, wurden die Molecüle des Chlors, Broms und Jods in je zwei Atome gespalten — in Uebereinstimmung mit der Avogadro'schen Annahme von der zusammengesetzten Natur der Elementarmolecüle. Auch die Gasdichte und der Molecularzustand der schwer flüchtigen Stoffe,

wie Zink, Thallium, Antimon, Wismuth konnte bei Weißgluth erfolgreich geprüft werden; die alte Fabel von der Existenz eines aus 6 Atomen bestehenden Schwefelmolecüls ward durch sorgfältige Untersuchungen beseitigt. Aber wie viele der sich hier aufdrängenden Probleme sind zur Zeit dem Versuche noch ganz unzugänglich! Die pyrochemischen Arbeiten finden heut ihre Grenzen bei einer Temperatur von  $1700^{\circ}$ , weil oberhalb derselben die Gefäße aus Porzellan und Platin, auf deren Benutzung wir angewiesen sind, schmelzen. Wenn die Möglichkeit, bei diesen Sitzegraden Messungen auszuführen, uns vor wenigen Jahren noch als ein unerwarteter Fortschritt erschien, so beklagen wir heut, daß die banale Ursache des Mangels geeigneter Gefäße uns hindert, die Temperatur auf 2-, auf 3000 Grade zu steigern. Kein Zweifel, daß neue, ungeahnte Funde sich offenbaren —; daß die Spaltung noch anderer Elementarmolecüle glücken —; daß eine neue Chemie sich enthüllen würde, wenn wir, ausgerüstet mit Gefäßen aus unschmelzbarem Materiale, bei Temperaturen zu

arbeiten vermöchten, bei welchen das Wasser nicht mehr besteht und das Knallgas ein unentzündliches Gemisch darstellen würde!

Doch wenden wir uns zu anderen Gebieten der physikalischen Chemie. Goldene Früchte, die sich noch täglich vermehren, sind auf ihrem Felde in der allerjüngsten Zeit geerntet worden. Wiederrum sehen wir van 't Hoff die Führung übernehmen; sein Scharfblick hat uns Einblicke in die Natur der Lösungen eröffnet, welche den Beginn einer neuen Epoche der Molecularphysik bezeichnen. Die Quintessenz seiner Entdeckungen läßt sich wiedergeben in dem Satze: Lösungen verschiedener Körper in derselben Flüssigkeit, welche im gleichen Raum die gleiche Anzahl Molecüle gelösten Stoffes enthalten, zeigen gleichen osmotischen Druck, gleichen Dampfdruck und gleichen Gefrierpunkt. Diese überraschende Erkenntniß gewährt die Möglichkeit, die Moleculargröße der Stoffe durch Untersuchung derselben in Lösung zu ermitteln, während dies bisher ausschließlich durch Vergasung — also nur bei

flüchtigen Körpern — möglich war; denn verdünnte Lösungen verhalten sich in Bezug auf den Molecularzustand der gelösten Substanz wie Gase. — Neue und fruchtbare Methoden zur Feststellung der Moleculargewichte sind dadurch gegeben, welche wir nun zu bestimmen vermögen, indem wir den Gefrierpunkt, den Dampfdruck oder den osmotischen Druck einer Lösung des zu untersuchenden Körpers ermitteln.

Sind diese Erfolge von größter praktischer Tragweite für die Chemie, insofern sie die Möglichkeit der Moleculargewichtsbestimmung in ungeahnter Weise erweitern, so überraschen in noch höherem Maße die Aufschlüsse, welche wir über die Natur der Lösungen empfangen haben. Was schon Clausius in geringem Umfange angenommen — daß in den Lösungen von Elektrolyten ein Theil der gelösten Molecüle in ihre Ionen gespalten sei — ist jetzt, zumal durch Arrhenius, in erweitertem Maße erwiesen worden. Welche Wandlung unserer Vorstellungen, wenn wir uns daran gewöhnen müssen, in einer



verdünnten Lösung von Kochsalz nicht mehr unzersehte Moleküle dieses Salzes, sondern getrennte Atome von Chlor und Natrium anzunehmen! Wir schulden diese umgestaltenden Neuerungen den Arbeiten von van 't Hoff, Arrhenius, Ostwald, Planck, Pfeffer, de Bries, in experimenteller Hinsicht aber insbesondere den glanzvollen Untersuchungen von Raoult, welche schon seit Jahren den gewaltigen theoretischen Fortschritt vorbereitet haben.

So sehen wir die physikalische Chemie in mächtiger Weiterentwicklung begriffen. Ihr blühen besondere Institute und eine eigene Zeitschrift, deren Spalten dem Experimente gleich wie der theoretischen Erwägung offen stehen. Durch die Begründung dieses Organs ist die physikalische Chemie in wirksamster Weise gefördert worden. Alle Zeit- und Streitfragen der Disciplin erfahren dort eingehende Discussion. Dynamochemische Fragen werden erfolgreich studirt; die Erforschung der Beziehungen zwischen elektrischem Leitungsvermögen und chemischer Natur gewährt uns bedeutsame Förderung in der Structurermittlung

und im Gebiete des Affinitäts-Problems, wie sie unsere Kenntniß von der Natur der Lösungen erheblich erweitert hat. Das Studium des Zusammenhanges zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Natur der Stoffe, welches vor einem halben Jahrhundert durch unseres Hermann Kopp bahnbrechende Arbeiten inauguriert wurde, wird von den verschiedensten Seiten erweitert und vertieft. Freilich, die großen Hoffnungen, welche sich an die Erforschung der thermochemischen Fragen geknüpft hatten, sind bisher nur zum Theil erfüllt worden; allein weitere Messungen stellen auch hier erwünschte Klarheit in Aussicht. — Kein Gebiet unserer Wissenschaft, in welchem größere Umgestaltungen demnächst zu erwarten sind, als die physikalische Chemie! Ihr Nutzen für die allgemeine Chemie wird um so größer sein, je mehr die Vertreter derselben ihre Aufgabe darin erkennen, vor allem den chemischen Gesichtspunkt in's Auge zu fassen und die Chemie unter Anwendung physikalischer Denk- und Versuchsweise zu fördern. Diejenigen freilich, welche die Wissenschaft durch

Benutzung physikalischer Methoden, aber unter unzureichender Berücksichtigung der chemischen Verhältnisse zu fördern suchten, sind vor verhängnißvollen Irrthümern nicht bewahrt geblieben. Das Ansehen jahrelang fortgesetzter, höchst verdienstlicher Arbeiten ist dadurch abgeschwächt worden. Wie mich bedünken will, weit über Gebühr; und zu beklagen wäre es, wenn das Interesse der Chemiker für die physikalische Chemie ein geringeres würde, weil einige Vertreter derselben geneigt sind, die Tragweite ihrer Funde zu überschätzen. Es ist menschlich, daß der, welcher inmitten hoher Wogen schwimmt, zuweilen über die Häupter derselben nicht hinweg zu sehen vermag. —

Unzählig sind die Probleme, welche auf dem Gebiete der organischen Chemie uns entgegen treten. Nach den staunenswerthen synthetischen Erfolgen, welche hier geerntet wurden, erscheint kaum eine chemische Aufgabe der Synthese mehr unzugänglich. Seit Gräbe und Liebermann das Alizarin, von Baeyer den Indigo, Ladenburg das Coniin, Horbaczewski und namentlich

Behrend die Harnsäure künstlich darzustellen gelehrt haben; nachdem Emil Fischer und Rizziani in die Chemie der Zuckerarten Klarheit gebracht, Wallach diejenige der Terpene beleuchtet hat — dürfen wir dem großen Probleme der Aufklärung und Synthese der Eiweißkörper hoffnungsvoll entgegensehen. Allein alle diese Erfolge sind nur geeignet, uns bescheiden zu machen; lehren sie uns doch die engen Grenzen kennen, welche der chemischen Synthese noch gesteckt sind! Gesezt selbst, die Herstellung des Eiweiß wäre geglückt — wie unendlich weit noch der Weg bis zur Erkenntniß des Organisirten! Von der künstlichen Herstellung der einfachsten Zelle — eines Objects, dessen Erforschung jenseits der Grenzen des chemischen Gebiets liegt — ist die Wissenschaft vielleicht durch eine für immer unüberbrückbare Kluft getrennt. Aber sollte es wirklich niemals gelingen, den Assimilationsproceß der Pflanze, der trotz seiner Einfachheit so räthselhaft vor uns liegt, zu ergründen? Sollte es unmöglich sein, im Laboratorium aus Kohlensäure und Wasser

Zucker und Stärke künstlich herzustellen, wie es die Natur in den grünen Pflanzentheilen millionenfach thut? -- Doch der Chemiker möge sich hüten, das Feld der Biologie vorzeitig zu betreten; harren doch seiner im eigenen Gebiete der unnahbaren Aufgaben so viel! Die Forschungsmethode der organischen Chemie, trotz dem Glanze ihrer Erfolge, steht heut noch vor einem beschämenden Geständniß: nur ein winziger Bruchtheil der vorhandenen Stoffe ist ihr überhaupt zugänglich. Die Individualisirung einer organischen Substanz ist in der Regel bedingt durch die rein zufällige Eigenschaft der Krystallisirbarkeit oder der Flüchtigkeit. Die tausende von amorphen, durch keine chemische Eigenschaft charakterisirebaren Substanzen, welche der Chemiker stiefmütterlich bei Seite zu setzen gezwungen ist, weil er sie weder zu reinigen noch in flüchtige oder krystallisirbare Stoffe umzuwandeln vermag — haben sie nicht dasselbe Anrecht auf unser Interesse, wie ihre schöneren und deswegen leichter zugänglichen Gefährten? Der bedeutsame Fortschritt für die organische Chemie

liegt nicht in Einzelerntdeckungen, nicht im ferneren Ausdehnen der synthetischen Erfolge. Was uns fehlt, sind neue Methoden zur Erkennung der Individualität der Substanz. Die schwarzen Stoffe des Erdreichs, die unzähligen formlosen und harzigen Erzeugnisse des Pflanzen- und Thierleibes, die bestrickende Pracht der Blumenfarbstoffe, deren chemische Natur heut noch unserer Erkenntniß spottet — sie werden ein neues, unerschöpfliches Feld chemischer Arbeit bilden, wenn einst die Methoden, ihre Untersuchung in Angriff zu nehmen, gefunden sind. —

Wie in der organischen —, so stoßen wir auch in der Mineralchemie Schritt für Schritt auf Fragen, für deren Beantwortung es zur Zeit noch an Mitteln fehlt. Wohl hat die Synthese der Mineralien und Gesteine bedeutende Fortschritte gemacht, und sie, sowie die Anwendung der Structurlehre auf das Studium der Mineralien, leitet allmählich das Verständniß für die Constitution der letzteren ein. Aber noch sind wir außer Stande, die Methode der analytischen Spaltung,

durch welche wir die Constitution der organischen Substanzen erfolgreich beleuchten, auf die Untersuchung der Mineralien auszudehnen, und vor allem fehlt es an jedem Einblicke in die Moleculargröße derselben. Die jüngste Zeit hat uns mit nicht weniger als drei neuen fruchtbaren Methoden der Moleculargewichtsbestimmung beschenkt — aber nicht eine derselben vermag uns eine Andeutung zu geben, welches die Moleculargröße selbst der einfachsten Oxide, wie der Kieselsäure, des Kalkes, sei. Wohl wissen wir heut, daß die Kieselsäure nicht die Formel  $\text{SiO}_2$  haben kann, sondern daß diese mit einem sehr großen Factor multiplicirt werden muß — aber welches der numerische Werth des letzteren ist, darüber fehlt jede Andeutung. Und so müssen denn auch in der Mineralchemie nicht nur neue Facta, sondern vor allem neue Forschungsmethoden gefunden werden, wenn für diesen Zweig unserer Wissenschaft ein Zeitalter neuer Entdeckungen anbrechen soll. —

Wer möchte diesen kurzen Ueberblick schließen, ohne auch der Anwendung der Chemie auf

die Gewerbe zu gedenken, deren Fortschritte am meisten dazu beigetragen haben, den Glanz unserer Wissenschaft in die weitesten Kreise zu tragen? Die unendliche Mannigfaltigkeit der Theerfarbstoffe, welche an Zahl und Schönheit die Blumenfarben übertreffen, wird täglich durch neue Entdeckungen vermehrt. Die Industrie derselben ist der glänzendste Triumph der in den Großbetrieb übertragenen, rein wissenschaftlichen Laboratoriums-Arbeit; sie führt mit spielender Leichtigkeit und in größtem Maßstabe die Synthese von Verbindungen durch, deren Complication schon durch ihre Namen angedeutet wird. Der Fernstehende erschrickt, wenn ihm ein glänzender Farbstoff mit dem Namen Hexamethyl-Triamido-Methoxy-Triphenyl-carbinol bezeichnet wird. Für den Eingeweihten liegt in diesem unerfreulichen Namen ein vollständiger Bericht über die Synthese und Constitution des Farbstoffs. — Aber nicht nur Farben — auch segensbringende Arzneimittel hat die Industrie dem Steinkohlentheer zu entlocken gewußt. Das Antipyrin, welches Knorr — gestützt auf Emil



Fischer's grundlegende Arbeiten über die Hydrazine — entdeckte, bringt Tausenden von Fieberkranken, wenn nicht Heilung, so doch Linderung ihrer Leiden. Möchte die Zeit nicht fern sein, da auch wirkliche Fiebermittel, die, gleich den natürlichen Alkaloiden der Chinarinde, das Uebel nicht nur zeitweilig unterdrücken, sondern es heilen, durch Synthese hergestellt werden! Bis dahin wolle man Geduld haben und die Chemie nicht schelten, weil sie statt Goldes zur Zeit nur Silber zu spenden vermag. —

Bedeutsam sind die Vorgänge auf dem Gebiete der chemischen Großindustrie. Wir sind Zeugen eines gewaltigen Kampfes, welcher zwischen dem alt eingebürgerten Leblanc-Proceß der Sodabereitung und dem neueren Solway'schen Ammoniak-Sodaverfahren sich abspielt. Unzählige Verbesserungen sind in diesem Wettstreite durch den Scharfsinn und die Erfindungsgabe der Techniker dem Schwefelsäure- und Sodabereitungs-Processe zugeführt, neue und werthvolle Methoden der Chlorbereitung sind gewonnen worden. Hier gilt

mehr als in einem andern Zweige der Industrie das Wort: „Leben ist Kämpfen!“

Und auch in dem wichtigsten chemischen Großgewerbe, in dem Prozesse der Eisengewinnung, sehen wir umgestaltende Neuerungen sich vollziehen. Die gewaltigen Umwandlungen der Eisenindustrie durch den älteren Bessmer-Prozeß, durch das neue Thomas-Verfahren, sind sie nicht auf rein chemische Reactionen begründet? Die Entphosphorung des Roheisens durch das Auskleiden der Bessmer-Birne mit basischem Material, welche wir Thomas und Gilchrist verdanken, ist vielleicht die imponirendste Anwendung einer complicirteren chemischen Reaction auf großindustrielle Vorgänge. Und welcher Segen für die Landwirthschaft, wenn wir den Phosphor der Eisenerze, der diese bisher entwerthete, nunmehr in Gestalt der Thomas-Schlacke dem Ackerbau nutzbar zu machen gelernt! Das ist in Wahrheit die Gewinnung von Brod aus Stein, gleich der seit lange betriebenen Verarbeitung der mineralischen Phosphorite auf nutzbringende lösliche Düngstoffe.

Freilich, das Zeitalter der Glückseligkeit ist noch nicht angebrochen, welches unser illustrer Kollege Ferdinand Cohn vor drei Jahren auf der Berliner Naturforscher-Versammlung voraussagte. Die Beseitigung der Brodfrage, aller Nahrungs-sorgen, des Kampfes um's Dasein unter den Menschen erachtet er für erreicht, wenn einst die Chemie gelernt haben wird, aus Kohlensäure und Wasser Stärkemehl zu erzeugen. Allein diese chemische Industrie treibt seit undenklichen Zeiten der Feldbebauer, und kaum möchte es ein so großer Fortschritt sein, wenn man den Acker durch eine chemische Fabrik ersetzt. Wohl aber ist die Lösung von der Wissenschaft zu erhoffen: Die Holzfasern muß eine Quelle menschlicher Nahrung werden. In der That, bedenkt man, wie gering das Quantum brodgebenden Stärkemehls ist, welches uns die Aehre liefert, und erwägt man weiter, daß die Holzfasern genau dieselbe chemische Zusammensetzung besitzt, wie die Stärke, so bietet sich die Möglichkeit einer in's Unermeßliche gesteigerten Nahrungsproduction in der Lösung der Aufgabe:

Cellulose in Stärkemehl zu verwandeln. Das Holz der Wälder, das Gras, selbst Stroh und Spreu — sie würden eine unerschöpfliche Quelle menschlichen Nahrungsstoffes bilden, wäre dies Problem gelöst. — Hat man doch neuerdings gelernt, die früher bestrittene Umwandlung des atmosphärischen Stickstoffs zu Eiweiß in gewissen Pflanzen wissenschaftlich zu verfolgen und durch passende Behandlung zu begünstigen — wie dies die bahnbrechenden Arbeiten von Hellriegel erwiesen haben. Planmäßige Vermehrung des Pflanzeneiweiß aber, in Gemeinschaft mit der Erzeugung von Stärkemehl aus Cellulose, würde in Wahrheit die Lösung der Brodfrage bedeuten. Möchte es der Chemie vergönnt sein, durch solchen Fund dereinst ein goldenes Zeitalter für die Menschen vorzubereiten! —

---

Ich habe versucht, einen Ueberblick zu geben über die wichtigsten Probleme, welche der chemischen Wissenschaft gestellt sind. Viele habe ich genannt, aber größer ist die Zahl derer, welche die kurze

Spanne dieser Stunde nicht gestattet, nur zu berühren. Der Aufgaben, welche directer Lösung harren, sind so viele, daß, wie ich denke, das eingangs Gesagte gerechtfertigt erscheint: heut ist es für den Chemiker nicht an der Zeit, in Klagen auszubrechen, weil die Epoche der mathematischen Behandlung seiner Wissenschaft noch fern liegt. Allein die glänzenden Erfolge, welche erlangt sind, die hohen Ziele, welche als zunächst erreichbare uns vorschweben, sie vermögen unseren Blick nicht von jenem letzten Problem abzulenken. Mag auch der Newton, welchen Emil du Bois-Reymond der Chemie verheißen hat, erst in einer späteren Epoche erscheinen; mag bis zu seinem Kommen noch manches Geschlecht in ehrenvollem Schweiße sich mühen: des bleiben wir eingedenk, daß die Natur nicht von uns begriffen ist, ehe wir vermögen, ihre Erscheinungen auf einfache, mathematisch verfolgbare Bewegungen zurückzuführen.

— Die Zeit wird kommen, da auch in der Chemie diese höchste Art der Behandlung die herrschende ist. Die Epoche, in welcher die heiter schaffende

Phantasie die vornehmste Triebfeder ihrer Forschung bildet, wird dann vorüber — die Freuden, aber auch die Erschütterungen und Kämpfe, welche dem Jugendalter geziemen, werden überwunden sein. Wieder vereinigt mit ihrer ernstesten Schwester, der Physik, von welcher in unsern Tagen ihre Wege geschieden waren, wird die Chemie alsdann sicheren Schrittes ihre Pfade ziehen.



In Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg sind erschienen:

**Arnold, Dr. Julius, Prof., Ueber den Kampf des menschlichen Körpers mit den Bakterien.** Akademische Rede, gehalten am 22. November 1888. 2. Abdruck. M. 2.—.

**Blomstrand, C. W., Prof., Die Chemie der Jetztzeit vom Standpunkte der elektrotechnischen Auffassung.** Aus Berzelius' Lehre entwickelt. gr. 8°. M. 7.20. Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 2.40.

**Bunsen, Robert, Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwasser.** Mit einer lithographirten Tafel und sechs Tabellen. 2. Auflage. gr. 8°. M. 2.—.

**Dellingshausen, N., Baron, Beiträge zur mechanischen Wärmetheorie.** gr. 8°. M. 3.60. Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 1.20.

— **Die rationellen Formeln der Chemie** auf Grundlage der Mechanischen Wärmetheorie.

I. Theil: Unorganische Verbindungen. gr. 8°. M. 4.80.  
Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 1.60.

II. Theil: Organische Verbindungen. gr. 8°. M. 4.80.  
Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 1.60.

— **Das Räthsel der Gravitation.** gr. 8°. M. 6.—. Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 2.—.

**Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie.**

**Anorganische Chemie** in drei Bänden. Sechste umgearbeitete Auflage. Herausgegeben von **Dr. Karl Kraut**, Prof. der Chemie an der polytechnischen Schule in Hannover. Mit Abbildungen in Holzschnitt. I. Bd. 1. Abth. M. 21.—, 2. Abth. M. 12.—. — II. Bd. 1. Abth. M. 24.—, 2. Abth. Lfg. 1—8 à M. 1.50. — III. Bd. 1. Abth. M. 16.—, 2. Abth. M. 14.—. Der noch fehlende Schluß der 2. Abth. des II. Bandes wird demnächst erscheinen.

Diese *sechste Auflage* von *Gmelin's Handbuch der anorganischen Chemie* enthält, dem bisher befolgten Plane des Werkes entsprechend, eine *vollständige, gedrängte und systematische Darstellung des gesammten chemischen Wissens bis auf unsere Zeit.*

In Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg sind erschienen:

**Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie.**

**Organische Chemie** in fünf Bänden und Supplementband oder neun Abtheilungen mit vollständigem alphabetischem Register. Vierte umgearbeitete Auflage. In Verbindung mit den Herren Hofrath Dr. C. G. Lehmann, Prof. Dr. Rochleder, Prof. Dr. Carius, Prof. Dr. H. Ritter, Schwanert und Hallwachs, fortgesetzt und herausgegeben von Dr. K. List und Prof. Dr. K. Kraut. Preis M. 120.40. Für die Abnehmer der 6. Aufl. der anorg. Chemie bis auf Widerruf ermäßigt auf M. 75.—.

**Kalkowsky, Dr. Ernst, Elemente der Lithologie.** Für Studierende bearbeitet. gr. 8°. M. 8.—. In Lwd. geb. M. 9.20.

**Kopp, Hermann, Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit.** Ein Beitrag zur Culturgeschichte. Erster Theil: Die Alchemie bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts. Zweiter Theil: Die Alchemie vom letzten Viertel des 18. Jahrhunderts. gr. 8°. M. 16.—. In Lwd. geb. M. 18.—.

— **Aus der Molecular-Welt.** Eine Gratulations-Schrift an Robert Bunsen. 3. Ausgabe. gr. 8°. M. 2.80.

**Laubenheimer, Dr. Aug., Prof., Grundzüge der organischen Chemie.** gr. 8°. M. 20.—. In Lwd. geb. M. 21.20.

**Naumann, Dr. Alexander, Prof., Die Grundlagen der Chemie.** Für den Studirenden kurz dargelegt. gr. 8°. M. 6.—. Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 2.—.

— **Ueber Molekülverbindungen** nach festen Verhältnissen. gr. 8°. M. 2.—.

**Willgerodt, Dr. C., Die allgemeinsten chemischen Formeln,** ihre Entwicklung u. Anwendung zur Ableitung chemischer Verbindungen. gr. 8°. M. 5.—. Ermäßigter Preis bis auf Widerruf M. 1.80.





In Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg  
sind erschienen von

## Kuno Fischer Goethes Iphigenie.

(Goethe-Schriften 1.)

Festvortrag gehalten in Weimar den 26. Mai 1888 bei der dritten  
Generalversammlung der Goethe-Gesellschaft.

Zweite Auflage. 8°. Brosch. 1 M. 20 Pf.

„. . . Durch die Fischer'sche Darlegung des Gedankengehalts der herrlichen  
Dichtung ist derselbe in ein schönes und helles Licht gerückt. — . . .“  
(Königsb. Hartung'sche Btg.)

## Die Erklärungsarten des Goetheschen Faust.

(Goethe-Schriften 2.)

8°. Brosch. 1 M. 80 Pf.

„. . . Mit der dem Verfasser eigenen Art, geistreiche Pointen in kurze  
Worte zu fassen, führt er in das genauere Verständniß der poetischsten aller Poe-  
sien ein . . .“  
(Bad. Landpost.)

## Ueber die menschliche Freiheit.

(Kleine Schriften 1.)

Prorectorsrede.

Zweite Auflage. 8°. Brosch. 1 M. 20 Pf.

„. . . Die Behandlung des schwierigen Themas ist so klar und lichtvoll,  
daß Niemand das Schriftchen ohne Genuß lesen wird. . .“  
(Magdb. Btg.)

## Ueber den Witz.

(Kleine Schriften 2.)

Zweite Auflage. 8°. Brosch. 3 M., eleg. in Lwd. geb. 4 M.

„. . . Einen heiteren und zugleich scharfsinnigeren Führer durch die laby-  
rinthischen Formen des Witzes kann man sich nicht wünschen . . .“  
(Schwäb. Merkur.)

## Shakespeare's Charakterentwicklung Richard's III.

Zweite Ausgabe. 8°. Brosch. 2 M.

„. . . Dieses Buch beweist, daß der gut lehrt, der gut eintheilt, und zu der  
trefflichen Gliederung und guten Schreibart gesellen sich erschöpfende und scharf-  
sinnige Behandlung der ästhetischen und psychologischen Fragen des Themas in  
einem Grade, daß das Werk als das Muster einer Charakteranalyse bezeichnet  
werden kann. . .“  
(Neue Züricher Btg.)

## Die Schicksale der Universität Heidelberg.

Festrede zur fünfshundertjährigen Jubelfeier der Ruprecht-Karls-  
Hochschule zu Heidelberg.

Dritte Ausgabe. gr. 8°. Brosch. 2 M., eleg. in Lwd. geb. 3 M.

„. . . Wie die Festrede in Buchform vor mir liegt, als geschichtliche Arbeit,  
erscheint sie mir ein Meisterstück historischer Betrachtung, von bewundernswerter  
Gestaltungskunst, erwachsen aus warmer Begeisterung für den Gegenstand, getragen  
von edlem Pathos, das mehr als einmal hohen Aufschwung nimmt. In das Buch  
sich zu versenken, wird Jedem, der für schriftstellerische Kunst mit allem, was dazu  
gehört, Verständniß hat, eine Stunde wirklichen Genusses bedeuten. . .“  
(Bresl. Btg.)

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

QD Meyer, Victor  
39 Chemische probleme der  
M4 gegenwart 2. aufl.  
1890

Physical &  
Applied Sci.

PLEASE DO NOT REMOVE  
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

---

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

---

